

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-145362

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月29日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 4 L 12/24

H 0 4 L 11/08

12/26

11/20

1 0 2 D

12/56

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平8-296218

(22) 出願日 平成8年(1996)11月8日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 岩田 淳

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

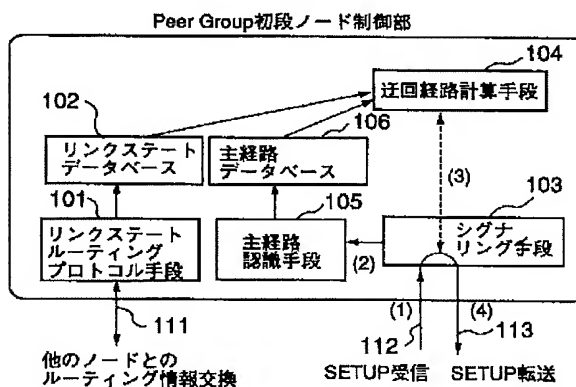
(74) 代理人 弁理士 後藤 洋介 (外2名)

(54) 【発明の名称】 障害回復装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 階層的な大規模なネットワークにおいて、主経路と異なる物理リンク／ノードを通る迂回経路を設定する。

【解決手段】 リンクステートルーティングプロトコル手段101は、他のノードとのトポロジー情報交換により階層的リンクステート情報を得てリンクステートデータベース102に保存する。主経路設定時に初段ノードにおいて、シグナリング手段103はコネクション完了通知を受信し、主経路認識手段105により主経路の完全なソースルート情報を獲得し、主経路データベース106に保存する。シグナリング手段が主経路と物理リンク／ノードが異なる迂回経路の検索要求を行なうと迂回経路計算手段104は、リンクステートデータベースを主経路データベースとから、迂回経路を計算し、通知する。シグナリング手段は、迂回すべき経路と主経路の完全ソースルート情報とを指定して、SETUPシグナリングメッセージを次段のノードへ転送する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 コネクションオリエンテッドなネットワークにおいて、リンクステート情報を分散・階層的にノード間で交換することにより、階層的なトポロジを把握できる分散階層ルーティング装置を用いて、通信用の主経路を設定する共に、あらかじめ当該主経路の障害回復用の迂回経路を設定する障害回復装置において、主経路を設定する際に、当該主経路の完全なソースルート情報を獲得し、迂回経路を設定する際には、シグナリングに当該ソースルート情報を付加しコネクション設定を行なうことにより、主経路とできるかぎり異なる物理経路を用いる迂回経路を設定する迂回経路設定装置を備えたことを特徴とする障害回復装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の障害回復装置において、前記迂回経路設定装置は、リンクの帯域や遅延などのリンクステート情報を分散・階層的にノード間で交換するリンクステートルーティングプロトコル手段と、当該リンクステートルーティングプロトコル手段によって得られた階層的なトポロジとそのリンクやノードの通信品質とを保存するリンクステートデータベースと、主経路を設定する際にコネクション設定完了通知メッセージを受信した時、当該主経路の完全なソースルート情報を獲得して主経路認識手段に通知すると共に、主経路データベースに保存するシグナリング手段と、該シグナリング手段が当該主経路に対する迂回経路を設定する際に、前記リンクステートデータベースと前記主経路データベースとから主経路と異なる物理リンク／ノードを経由する階層的迂回経路を計算する迂回経路計算手段とを有することにより、SETUPシグナリングメッセージに当該階層的迂回経路を指定し、さらに当該主経路のソースルート情報を付加しコネクション設定を行なうことにより、主経路とできるかぎり異なる物理経路を用いる迂回経路を設定することを特徴とする障害回復装置。

【請求項 3】 コネクションオリエンテッドなネットワークにおいて、リンクステート情報を分散・階層的にノード間で交換することにより、階層的なトポロジを把握できる分散階層ルーティング装置を用いて、通信用の主経路を設定する共に、あらかじめ当該主経路の障害回復用の迂回経路を設定する障害回復装置において、主経路を設定する時に、各サブネットワークごとに得られる当該主経路の階層的なソースルート情報と、当該主経路をネットワーク全体で一意に識別可能な ID との組み合わせを、当該主経路が通過する全てのサブネットワークごとに、同一サブネットワーク内の他のノードに配布しておき、次に迂回経路を設定する時に、シグナリングに当該主経路の識別 ID を付加してコネクション設定を行なうことにより、主経路とできるかぎり異なる物理経路を用いる迂回経路を設定する迂回経路設定装置を備えたことを特徴とする障害回復装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載の障害回復装置において、

前記迂回経路設定装置は、リンクの帯域や遅延などのリンクステート情報を分散・階層的にノード間で交換するリンクステートルーティングプロトコル手段と、該リンクステートルーティングプロトコル手段によって得られた階層的なトポロジとそのリンクやノードの通信品質とを保存するリンクステートデータベースと、主経路を設定する際に、当該主経路をネットワーク全体で一意に識別可能な ID を用いてコネクション設定するシグナリング手段と、コネクション設定完了通知メッセージを受信した時、各サブネットワークごとに、当該主経路の階層的なソースルート情報と、当該主経路 ID との組み合わせを Flooding することにより、階層的主経路情報を交換し主経路情報を獲得する主経路認識手段と、前記獲得した主経路情報を保存する主経路データベースと、前記シグナリング手段が当該主経路に対する迂回経路を設定する際に、前記リンクステートデータベースと前記主経路データベースとから主経路と異なる物理リンク／ノードを経由する階層的迂回経路を計算する迂回経路計算手段とを有することにより、SETUPシグナリングメッセージに当該階層的迂回経路を指定し、さらに当該主経路の ID を付加しコネクション設定を行なうことにより、主経路とできるかぎり異なる物理経路を用いる迂回経路を設定することを特徴とする障害回復装置。

【請求項 5】 コネクションオリエンテッドなネットワークにおいて、リンクステート情報を分散・階層的にノード間で交換することにより、階層的なトポロジを把握できる分散階層ルーティング装置において、各ノードが、当該リンクステート情報に、ノード／リンクの信頼度に応じた信頼度係数を加えたものを他のノードへ配布することにより、把握した信頼度に応じた経路選択を行なう迂回経路設定装置を備えたことを特徴とする障害回復装置。

【請求項 6】 請求項 5 記載の障害回復装置において、前記迂回経路設定装置は、リンクの帯域や遅延などのリンクステート情報を分散・階層的にノード間で交換するリンクステートルーティングプロトコル手段と、該リンクステートルーティングプロトコル手段によって得られた階層的なトポロジとそのリンクやノードの通信品質とを保存するリンクステートデータベースと、各ノードが、当該リンクステート情報に、ノード／リンクの信頼度に応じた信頼度係数を加えたものを他のノードとの間で情報交換することにより、信頼度情報を獲得する信頼度認識手段と、獲得した信頼度情報を保存する信頼度データベースと、迂回経路計算手段とを有し、該迂回経路計算手段は、前記リンクステートデータベースと前記信頼度データベースとから信頼度に応じて論理的なトポロジを生成する論理トポロジ生成手段を有して、当該論理トポロジから経路選択を行なうことを特徴とする障害回復装置。

【請求項 7】 請求項 5 の迂回経路設定装置により、通

信用の主経路を設定後に、当該主経路の障害回復用の迂回経路を設定する迂回経路設定装置を備えた障害回復装置であって、前記迂回経路設定装置は、主経路を設定する際に、当該主経路の完全なソースルート情報を獲得し、迂回経路を設定する際には、シグナリングに当該ソースルート情報を付加しコネクション設定を行なうことにより、主経路とできるかぎり異なる物理経路を用いる迂回経路を設定することを特徴とする障害回復装置。

【請求項 8】 請求項 7 記載の障害回復装置において、前記迂回経路設定装置は、各ノードが、前記リンクステート情報に、ノード／リンクの信頼度に応じた信頼度係数を加えたものを他のノードとの間で情報交換することにより、信頼度情報を獲得する信頼度認識手段と、獲得した信頼度情報を保存する信頼度データベースと、主経路の完全なソースルート情報を保持している主経路データベースと、前記リンクステートデータベースと前記信頼度データベースとから信頼度に応じて論理的なトポロジーを生成する論理トポロジー生成手段と、前記主経路データベースから主経路情報を獲得して主経路と異なる物理リンク／ノードを経由する論理的な経路を計算する論理迂回経路計算手段と、当該論理経路を物理経路に縮退させる物理迂回経路計算手段とによって、物理的な階層的迂回経路を求める迂回経路計算手段と、SETUPシグナリングメッセージに当該階層的迂回経路を指定し、さらに当該主経路のソースルート情報を付加することで、コネクション設定を行なうことにより、主経路とできるかぎり異なる物理経路を用いる迂回経路を設定するシグナリング手段とを有することを特徴とする障害回復装置。

【請求項 9】 請求項 5 の迂回経路設定装置により、通信信用の主経路を設定後に、当該主経路の障害回復用の迂回経路を設定する迂回経路設定装置を備えた障害回復装置であって、前記迂回経路設定装置は、主経路を設定する時に、各サブネットワークごとに得られる当該主経路の階層的なソースルート情報と、当該主経路をネットワーク全体で一意に識別可能な ID との組み合わせを、当該主経路が通過する全てのサブネットワークごとに、同一サブネットワーク内の他のノードに配布しておき、次に迂回経路を設定する時に、シグナリングに当該主経路の識別 ID を付加してコネクション設定を行なうことにより、主経路とできるかぎり異なる物理経路を用いる迂回経路を設定することを特徴とする障害回復装置。

【請求項 10】 請求項 9 記載の障害回復装置において、前記迂回経路設定装置は、各ノードが、前記リンクステート情報に、ノード／リンクの信頼度に応じた信頼度係数を加えたものを他のノードとの間で情報交換することにより、信頼度情報を獲得する信頼度認識手段と、獲得した信頼度情報を保存する信頼度データベースと、主経路の階層的な主経路情報を保持している主経路データベースと、前記リンクステートデータベースと前記信頼

度データベースとから信頼度に応じて論理的なトポロジーを生成する論理トポロジー生成手段と、前記主経路データベースから主経路の ID を指定して階層的な主経路情報を獲得し、主経路と異なる物理リンク／ノードを経由する論理的な経路を計算する論理迂回経路計算手段と、当該論理経路を物理経路に縮退させる物理迂回経路計算手段とを有することによって、物理的な階層的迂回経路を求める迂回経路計算手段と、SETUPシグナリングメッセージに当該階層的迂回経路を指定し、さらに当該主経路の ID を付加し、コネクション設定を行なうことにより、主経路とできるかぎり異なる物理経路を用いる迂回経路を設定するシグナリング手段とを有することを特徴とする障害回復装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、大規模で階層的なコネクションオリエンテッドなネットワーク（例えば、ATM網）において、コネクションの障害を迅速に復旧するために、あらかじめそのコネクション（主経路）に対する迂回経路を設定しておき、主経路において障害が起こった時に迂回経路へコネクションを切替える障害回復装置に関し、特に主経路が通過するノード／リンクをできる限り共有しない、迂回経路を選択する経路選択装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の迂回路設定装置は、大きく分けて（1）ネットワーク管理システムがネットワーク全体の完全なトポロジーを認識し、集中制御により迂回路を設定する方式（集中制御型）と、（2）ネットワーク内の各ノードが動的かつ自律的に迂回路を検索し、設定する方式（Flooding型）とがあった。

【0003】 前者は、ネットワーク管理システムが各ノードに対して、そのノードの持つリンク情報を問い合わせを行なうことにより、ネットワーク全体のトポロジーを認識し、そのトポロジー情報から、全てのノード間の組合せごとに、主経路とそれに対する迂回経路をあらかじめ計算する方法である。

【0004】 後者の一例は、特開平 05-114910 に記載されている。この公報に述べられた技術は、各ノードが迂回経路を検索する必要に応じて、自ノードからネットワーク全体に、能動的に制御メッセージをFloodingし、その制御メッセージが宛先ノードまで到達できた経路を迂回経路であると認識して迂回経路を決定する手法である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、従来の迂回経路設定装置では大規模ネットワークに対して適用できないという問題点がある。その理由は、集中制御型の方式を大規模ネットワークに適用する場合、経路計算の処理負荷が大きくなるからである。また、Flooding

g 型の方式を大規模ネットワークに適用する場合、探索用に使う制御メッセージがネットワーク全体へ配布されてしまうため、制御パケットのトラフィックがネットワーク規模に比例して増大してしまう。従って、いずれの方法もネットワークの大規模化には向かない手法である。

【0006】そこで、本発明の課題は、主経路とできるかぎり異なる物理リンク／ノードを通る迂回経路設定を階層的な大規模なネットワークにおいて実現することにある。

【0007】本発明の他の課題は、主経路の中継ノードやリンクの障害による接続の障害回復を低遅延で実現するために、障害回復用にあらかじめ設定する迂回経路を、主経路と完全に異なる (Disjoint な) 物理的なノード／リンクを通る (初段ノードと最終段ノードを除く) ように選択することにある。

【0008】本発明の更に他の課題は、主経路の中継ノードやリンクの障害による接続の障害回復を低遅延で実現するために、障害回復用にあらかじめ設定する迂回経路を、信頼度の高い (2重化されている) ノード／リンクでの経路の共有を除き、主経路と完全に異なる (Disjoint な) 物理的なノード／リンクを通る (初段ノードと最終段ノードを除く) ように選択することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、接続オリエンテッドなネットワークにおいて、リンクの帯域や遅延などのリンクステート情報を分散・階層的にノード間で交換するリンクステートルーティングプロトコル手段 (図1の101) と、当該リンクステートルーティングプロトコル手段によって得られた階層的なトポロジーとそのリンクやノードの通信品質とを保存するリンクステートデータベース (図1の102) とを有する。

【0010】接続の設定制御を行なうシグナリング手段 (図1の103) は、主経路を設定する際に接続設定完了通知メッセージを受信した時、主経路認識手段 (図1の105) によって当該主経路の完全なソースルート情報を獲得し、かつ獲得した主経路情報を主経路データベース (図1の106) に保存する。

【0011】シグナリング手段 (図1の103) が、当該主経路に対する迂回経路 (当該主経路の障害回復用の迂回経路) を設定する際には、迂回経路計算手段 (図1の104) によって、当該リンクステートデータベース (図1の102) と当該主経路データベース (図1の106) とから主経路と異なる物理リンク／ノードを経由する階層的迂回経路を計算し、SETUPシグナリングメッセージに当該階層的迂回経路を指定し、さらに当該主経路のソースルート情報を付加し接続設定を行なうことにより、主経路とできるかぎり異なる物理経

路を用いる迂回経路を設定することができる。

【0012】第2の発明は、接続オリエンテッドなネットワークにおいて、リンクの帯域や遅延などのリンクステート情報を分散・階層的にノード間で交換するリンクステートルーティングプロトコル手段 (図2の201) と、当該リンクステートルーティングプロトコル手段によって得られた階層的なトポロジーとそのリンクやノードの通信品質とを保存するリンクステートデータベース (図2の202) とを有する。

10 【0013】接続の設定制御を行なうシグナリング手段 (図2の203) は、主経路を設定する際に当該主経路をネットワーク全体で一意的に識別可能なIDを用いて接続設定し、接続設定完了通知メッセージを受信した時、各サブネットワーク (Peer Group) ごとに、当該主経路の階層的なソースルート情報と、当該主経路IDとの組み合わせを主経路認識手段 (図2の205) がFloodingすることにより、階層的な主経路情報を交換し、かつ獲得した主経路情報を主経路データベース (図2の206) に保存する。

20 【0014】シグナリング手段 (図2の203) が、当該主経路に対する迂回経路 (当該主経路の障害回復用の迂回経路) を設定する際には、迂回経路計算手段 (図2の204) によって、当該リンクステートデータベース (図2の202) と当該主経路データベース (図2の206) とから主経路と異なる物理リンク／ノードを経由する階層的迂回経路を計算し、SETUPシグナリングメッセージに当該階層的迂回経路を指定し、さらに当該主経路のIDを付加し接続設定を行なうことにより、主経路とできるかぎり異なる物理経路を用いる迂回経路を設定することができる。

【0015】第3の発明は、接続オリエンテッドなネットワークにおいて、リンクの帯域や遅延などのリンクステート情報を分散・階層的にノード間で交換するリンクステートルーティングプロトコル手段 (図3の301) と、当該リンクステートルーティングプロトコル手段によって得られた階層的なトポロジーとそのリンクやノードの通信品質とを保存するリンクステートデータベース (図5の302) とを有する。

40 【0016】各ノードが、当該リンクステート情報に、ノード／リンクの信頼度に応じた信頼度係数を加えたものを信頼度認識手段 (図3の307) により他のノードとの間で情報交換することにより、獲得した信頼度情報を信頼度データベース (図5の308) に保存する。迂回経路計算手段 (図5の304) 内の論理トポロジー生成手段 (図5の510) は、当該リンクステートデータベース (図5の302) と当該信頼度データベース (図5の308) とから信頼度に応じて論理的なトポロジーを生成し、当該論理トポロジーから経路選択を行なうことができる。

【0017】第4の発明は、上記の経路選択装置に加えて、各ノードが、当該リンクステート情報に、ノード／リンクの信頼度に応じた信頼度係数を加えたものを信頼度認識手段（図3の307）により他のノードとの間で情報交換することにより、獲得した信頼度情報を信頼度データベース（図3の308）に保存する機能を有する。

【0018】迂回経路計算手段（図5の304）内の論理トポロジー生成手段（図5の510）は、当該リンクステートデータベース（図3の302）と当該信頼度データベース（図3の308）とから信頼度に応じて論理的なトポロジーを生成する。論理迂回経路計算手段（図5の511）は、当該主経路の完全なソースルート情報を保持している主経路データベース（図3の306）から主経路情報を獲得し、主経路と異なる物理リンク／ノードを経由する論理的な経路を計算する。その後、物理迂回経路計算手段（図5の512）によって、当該論理経路を物理経路に縮退させることにより、物理的な階層的迂回経路を求められる。

【0019】シグナリング手段（図3の303）は、SETUPシグナリングメッセージに当該階層的迂回経路を指定し、さらに当該主経路のソースルート情報を付加することで、コネクション設定を行なうことにより、主経路とできるかぎり異なる物理経路を用いる迂回経路を設定することができる。

【0020】第5の発明は、第2の経路選択装置に加えて、各ノードが、当該リンクステート情報に、ノード／リンクの信頼度に応じた信頼度係数を加えたものを信頼度認識手段（図4の407）により他のノードとの間で情報交換することにより、獲得した信頼度情報を信頼度データベース（図4の408）に保存する機能を有する。

【0021】迂回経路計算手段（図5の304）内の論理トポロジー生成手段（図5の510）は、当該リンクステートデータベース（図4の402）と当該信頼度データベース（図4の408）とから信頼度に応じて論理的なトポロジーを生成する。論理迂回経路計算手段（図5の511）は、当該主経路の階層的な主経路情報を保持している主経路データベース（図4の406）から、主経路のIDを指定して階層的な主経路情報を獲得し、主経路と異なる物理リンク／ノードを経由する論理的な経路を計算する。その後、物理迂回経路計算手段（図5の512）によって、当該論理経路を物理経路に縮退させることにより、物理的な階層的迂回経路を求められる。

【0022】シグナリング手段（図4の403）は、SETUPシグナリングメッセージに当該階層的迂回経路を指定し、さらに当該主経路のIDを付加し、コネクション設定を行なうことにより、主経路とできるかぎり異なる物理経路を用いる迂回経路を設定することができる。

## 【0023】

【発明の実施の形態】図6は、大規模なATM網の動的ルーティングを実現する例として、ATMForumの規定するPNNIルーティングに基づいた、ネットワークを階層的に構成したものを示し、それと同時に、第1の発明の実施の形態も示す。まず、PNNIルーティングのネットワーク構成、ならびにトポロジー情報の交換の仕組みについて概略を説明する。図6は、5台の物理ATMノードから構成される4つの異なる管理サブネットワーク（Peer Group）A、B、C、D（701、702、703、704）があり、それぞれのPeer Group間には、A-B間、A-C間、B-D間、C-D間はリンクで接続されているとする。この物理ネットワーク全体のトポロジー情報を効率的に交換するために、論理的に、一つ上位の階層（Peer Group X）を設け、その階層において、Peer Group A、B、C、Dをそれぞれ一つの論理ノードA、B、C、D（751、752、753、754）として表現し、Peer Group間では圧縮されたトポロジー情報をお互いに交換する。本論理ノードA、B、C、D（751、752、753、754）は、実際には論理ノードに対応する最下位層のPeer Group内の、いずれかの物理的ノードがその機能を果たすことになる。例えば論理ノードA（751）が物理ノードA. 2（712）、また論理ノードB（752）が物理ノードB. 4（724）で実現されていても構わない。

【0024】この時、Peer Group A（701）内の物理ノードA. 1、A. 2、A. 3、A. 4、A. 5は、同一Peer Group A内の全ノードがどのようにリンクで接続しあっているのかという、完全な接続トポロジー情報を獲得し、他のPeer Groupについての情報は、上位のPeer Group X（705）内におけるA、B、C、Dの接続トポロジー情報という形でしか獲得しない。つまり、他のPeer Groupとして、例えばPeer Group B（702）内のB. 1、B. 2、B. 3、B. 4（721、722、723、724）の接続トポロジーについては獲得できないことになる。

【0025】次に、PNNIルーティングに基づき、端末間でコネクションを設定する場合の動作について説明する。例えば、ノードA. 1（711）に接続されている端末TA（761）から、ノードD. 3（743）に接続されている端末TB（762）までコネクション（主経路）を設定する際の経路計算の方法と、シグナリングの振舞いについて説明する。

【0026】ノードA. 1（711）に接続されている端末TA（761）が宛先の端末TB（762）のアドレスを指定してSETUPシグナリングメッセージを送信すると、Peer Group A（701）内の初

段のノードA. 1が、Peer Group A (701) 内は完全に経路を計算し、Peer Group Aを出た後の経路については上位階層のPeer Group X (705) における荒いトポロジー情報での経路を指定することにより、階層的ソースルート情報 [A. 1, A. 2, A. 3] [A, B, D] を取得する。そして、この取得した経路を指定してSETUPシグナリングメッセージを次段のノードへ転送する。

【0027】以後、Peer Group A (701) 内の中継ノードA. 2 (712), A. 3 (713) は経路情報 [A. 1, A. 2, A. 3] [A, B, D] を単に参照して、SETUPシグナリングメッセージを転送することで、A. 1, A. 2, A. 3のノードを順々に経て次のPeer Group B (702) へ達する。そして、Peer Group Bの初段のノードB. 1 (721) がPeer Group BからPeer Group Dへいくためには、Peer Group B内のどのノードを通ればよいのかを計算し、その結果 [B. 1, B. 2, B. 4] [B, D] のような経路を計算することができる。以上の動作を繰り返すことで、結果的に図のような、[A. 1, A. 2, A. 3] [B. 1, B. 2, B. 4] [D. 1, D. 2, D. 3] のような主経路 (コネクション) 771が設定される。

【0028】図1は、第1の発明の実施の形態の機能構成を示す。図1は6つの機能手段から構成される。本機能は、ノードの位置においていずれの機能を用いるかが異なる。経路が通過するノードの種類を大きく分けると、Peer Groupにおける初段のノードとそれ以外とに分けられ、前者の場合、6つの機能とも必要であるが、後者の場合、シグナリング手段103しか必要がない。以下では、まず前者の動作についてまず説明し、後から後者の動作について説明する。

【0029】まず、従来のPNNIルーティングプロトコルで必須のプロトコル手段である、リンクステートルーティングプロトコル手段101は、自ノードと隣接ノードとの間でHello メッセージを交換することで、隣接ノードと自ノードとの間のリンクの接続情報を認識し、このリンクにおける帯域や遅延などのリンクステート情報を同一Peer Group内の他の全ノードにFloodingを行う。その結果、同一Peer Group内のそれぞれのノードは、全ノードの接続トポロジーを把握することができる。同様に、上記同一Peer Group内で上位の階層の論理ノードとして選ばれたノードは、上位階層のPeer Groupにおいて隣接の論理ノードとの間でHello メッセージを交換し、認識された隣接トポロジー情報に関するリンクステート情報と、下位の階層に関するリンクステート情報の圧縮された情報を、上位階層内のPeer Group内の他のノードへFloodingを行うこと

により、同一上位Peer Group内のそれぞれの論理ノードが全論理ノードの接続トポロジーを知ることができる。さらに、これにより得られた全論理ノードの接続トポロジー情報は、再び下位階層のPeer GroupへFloodingされることになる。以上の動作をすべての階層において、再帰的に繰り返すことにより、階層的なリンクステート情報の交換を行うことができる。以上によってリンクステートルーティングプロトコル手段101によって獲得したリンクステートデータは、リンクステートデータベース102に保存される。

【0030】また、シグナリング手段103は、コネクション設定用のシグナリングメッセージを処理する。初段のPeer Groupにおける初段のノード (つまり端末が直接つながっているノード) における、シグナリング手段103は、主経路を設定する時、主経路のEnd-to-Endの完全なソースルート情報を入手し、その情報を主経路認識手段105に通知し、主経路データベース106に保存する。それと同時に、シグナリング手段は、迂回経路計算手段104に対して、主経路とDisjointな迂回経路の検索要求を行なう。その時、迂回経路計算手段104は、リンクステートデータベース102の情報と主経路データベース106とから、主経路とDisjointな迂回経路を階層ソースルート形式で計算し、その結果をシグナリング手段103に通知する。その結果、シグナリング手段103は、迂回すべき経路を指定して、SETUPシグナリングメッセージを次段のノードへ転送する。この時、SETUPシグナリングメッセージには、主経路か迂回経路なのかの種別、ならびに迂回経路の場合には主経路のEnd-to-Endの完全なソースルート情報とが付加されている。

【0031】次段のノードが、Peer Groupにおける初段のノードでない場合、SETUPシグナリングメッセージに記された迂回経路用の階層ソースルートに従い、シグナリング手段103がさらに次段のノードへ転送する。

【0032】中継のPeer Groupにおける初段のノードにおいては、シグナリング手段103は、迂回経路用のSETUPであることを認識すると、主経路認識手段部105によって主経路のEnd-to-Endの完全なソースルート情報を獲得し、主経路データベース106に保存する。また、SETUPメッセージ中から、迂回経路用の階層ソースルート情報を取得し、この経路情報を補完するさらに詳細な迂回経路情報を求める。そのため、迂回経路計算手段104に対して、迂回経路用の階層ソースルート情報を通知し、リンクステートデータベース102の情報と主経路データベース106とから、主経路とDisjointな迂回経路を計算し、その結果をシグナリング手段103に通知する。その結果、シグナリング手段103は、迂回すべき経路を

指定して、SETUPシグナリングメッセージをさらに次段のノードへ転送する。

【0033】図2は、第2の発明の実施の形態の機能構成を示す。図2は、主経路情報の入手方法214とシグナリング手段203の機能を除いて、図1と共通である。初段のPeer Groupにおける初段のノード、中継ノード、中継Peer Groupにおける初段のノードそれぞれについて述べる。

【0034】全てのPeer Groupにおける初段のノードにおける、シグナリング手段203は、主経路を設定完了した時、主経路のコネクションIDとそれに対する階層的な主経路情報とを主経路認識手段によって、同一Peer Groupの他のノードに対してFloodingを行なう（動作214）。逆に、他の同一Peer Group内のノードは、本Flooding情報を、主経路認識手段205により認識し、主経路データベース206に保存する。

【0035】上記Floodingが終了後、初段のPeer Groupにおける初段のノード（つまり端末が直接つながっているノード）において、シグナリング手段203は、迂回経路計算手段204に対して、主経路のコネクションIDを指定して、上記で入手した階層的な主経路とDisjointな迂回経路の検索要求を行なう。その時、迂回経路計算手段204は、リンクステートデータベース202の情報と主経路データベース206とから、主経路とDisjointな迂回経路を階層ソースルート形式で計算し、その結果をシグナリング手段203に通知する。その結果、シグナリング手段103は、迂回すべき経路を指定して、SETUPシグナリングメッセージを次段のノードへ転送する。この時、SETUPシグナリングメッセージには、コネクション設定要求の、SETUPシグナリングメッセージには、主経路か迂回経路なのかの種別、ならびに迂回経路の場合には主経路の（ネットワーク全体で主経路を一意に識別可能な）コネクションIDが付加されている。

【0036】次段のノードが、Peer Groupにおける初段のノードでない場合、SETUPシグナリングメッセージに記された迂回経路用の階層ソースルートに従い、シグナリング手段203がさらに次段のノードへ転送する。

【0037】中継のPeer Groupにおける初段のノードにおいては、シグナリング手段203は、迂回経路用のSETUPであることを認識すると、主経路のコネクションIDを指定して、上記で入手した階層的な主経路とDisjointな迂回経路の検索要求を行なう。また、SETUPメッセージ中から、迂回経路用の階層ソースルート情報を取得し、この経路情報を補完するさらに詳細な迂回経路情報を求める。そのため、迂回経路計算手段204に対して、迂回経路用の階層ソースルート情報を通知し、リンクステートデータベース20

2の情報と主経路データベース206とから、主経路とDisjointな迂回経路を計算し、その結果をシグナリング手段203に通知する。その結果、シグナリング手段203は、迂回すべき経路を指定して、SETUPシグナリングメッセージをさらに次段のノードへ転送する。

【0038】図3は、第4の発明の実施の形態の機能構成を示す。図3は、ノード/リンクの信頼度（2重化されているかどうかなど）の情報の信頼度認識手段307、またそのデータベース308、ならびに迂回経路計算手段304部を除いて、図1、2と共通である。図1、図2と異なる機能の部分を以下に説明する。特に、Peer Groupの初段のノードについて述べる。

【0039】信頼度認識手段307は、各ノードが自ノード/自リンクの信頼度に応じて、信頼度係数情報を回りのノードへFloodingを行なう（動作315）ことによって、お互いの信頼度を認識し、そのデータを信頼度データベース308に保存する。

【0040】シグナリング手段303は、迂回経路を設定する際に、迂回経路計算手段304に対して、主経路とDisjointな迂回経路の検索要求を行なう。その時、リンクステートデータベース302の情報と信頼度データベース308と主経路データベース306の情報から、信頼度が高く2重化されているノード/リンクの部分のみ、主経路と迂回経路の共有を許し、それ以外の経路をDisjoint pathになるような経路を選択する。

【0041】その結果をシグナリング手段303に通知する。その結果、シグナリング手段303は、迂回すべき経路を指定して、SETUPシグナリングメッセージを次段のノードへ転送する。

【0042】図4は、第5の発明の実施の形態の機能構成を示す。図4は、第4の発明において、主経路情報の入手方法314とシグナリング手段303の機能を除いて、図3と共通である。図3と異なる機能の部分を以下に説明する。

【0043】図4において、主経路認識手段405が主経路の階層的ソースルート情報をFloodingで交換する点（動作414）と、シグナリング手段403が主経路をコネクションIDで指定することにより、迂回経路計算手段404に迂回経路を計算依頼をする機能部分を加えることで実現できる。

【0044】図5は、第3の発明の実施の形態の機能構成を示す。図5は、図3、図4の309部、あるいは409部を示し、特に迂回経路計算手段304、404の内部処理をより詳細に記したものである。内部処理部は論理トポロジー生成手段510、論理迂回経路計算手段511、物理迂回経路計算手段512とに分かれている。

【0045】迂回経路計算手段304は、迂回経路計算

要求がくると、主経路とDisjointな迂回経路の検索要求を行なう。その時、迂回経路計算手段304内部の論理トポロジー生成手段510は、リンクステートデータベース302の情報と信頼度データベース308との情報から、信頼度が高く2重化されているノード／リンクは、論理的に2つのノード／リンクにわけ、全てのノード／リンクが同等の信頼度を持つ論理トポロジーを導出する。さらに、その論理トポロジーと主経路データベース308の情報とを用いて論理迂回経路計算手段511は、上記論理トポロジー上で、主経路と迂回経路とがDisjointになるような経路を計算する。最後に、物理迂回経路計算手段512によって、上記論理迂回経路計算手段511によって求められた論理的迂回経路情報を物理的な迂回経路に縮退させることにより、迂回経路を計算する。その結果をシグナリング手段303に対して通知する。

【0046】図6は、第1の発明による方式の実施の形態の構成を示す。また、図11は、図6の各Peer Group、ノード、端末に対応させて、第1の発明によるコネクション設定用シグナリングメッセージのやりとりを示す。第1の発明の方式は、SETUPシグナリングメッセージを拡張し、送受信端末間の主経路の完全なソースルート情報を追加することにより、主経路とDisjointな迂回経路を探索する方法である。以下、図6、図11を用いて具体的に述べる。

【0047】図11において、端末TA761が、端末TB762へ経路を設定する時に、迂回経路付きの経路設定要求（動作1210）を行なう場合について例を示す。図6で分かるように、初段のノードA.1(711)は、宛先端末762までの経路を[A.1, A.2, A.3][A, B, D]と判断し、Peer Group A内をA.1, A.2, A.3の順にSETUPシグナリングメッセージを転送する。ノードA.3は、Peer Group A内の最終段のノードであることを検知し、[A, B, D]の経路情報からPeer Group Bへ転送し、SETUPメッセージに経路情報として[A, B, D]のみを指定して、ノードB.1へ転送する。ノードB.1は経路情報[A, B, D]を参照し、Peer Group Dへ転送するための出口のノードを検索し、ノードB.4がそれに相当するとわかり、そこへいくためのPeer Group

B内の経路を計算することにより、経路情報を補完する。その結果、[B.1, B.2, B.4][A, B, D]という経路情報を獲得し、B.1, B.2, B.4のように転送する。以下同様にして、D.1, D.2, D.3の順に転送し、宛先端末762まで送る。その時、宛先端末762が直結されているノード（主経路の最終段のノード）D.3(743)が、A.1(711)に対してコネクション正常設定の応答（CONNECTメッセージ）を返すと同時に、このEnd-to-

Endの完全なソースルート情報、つまり、IA.1, A.2, A.311B.1, B.2, B.41ID.1, D.2, D.31を返答し、ノードA.1(711)内にこの完全なソースルート情報を保持する。

【0048】以後、この主経路の完全なソースルート情報を用いて、主経路と同一のリンク／ノードを共有しない迂回経路（Disjoint path）を探索する。端末TA(761)が直接つながっている初段のノードA.1(711)は、自分の持つ階層的なPNNIトポロジー情報と、上記で入手した主経路の完全ソースルート情報[A.1, A.2, A.3][B.1, B.2, B.4][D.1, D.2, D.3]との両者から、階層的迂回経路候補を探す。この場合、図6のPeer Group X(705)においては主経路771は[A, B, D]だったので、これに対するDisjoint pathは、[A, C, D]と考えられる。一方、Peer Group A(701)内の主経路[A.1, A.2, A.3]に対するDisjoint pathのうち、Peer Group A(701)からPeer Group C(703)へいくための経路を探し、例えば[A.1, A.4]を選ぶことができる。この両者により、階層的な迂回経路として、[A.1, A.4][A, C, D]は見つけられる。

【0049】その後、ノードA.1(711)は、SETUPシグナリングメッセージに、本階層的な迂回経路情報[A.1, A.3, A.4][A, C, D]だけでなく、主経路の完全なソースルート情報[A.1, A.2, A.3][B.1, B.2, B.4][D.1, D.2, D.3]を付加して、コネクション設定を行なう（動作1213）。

【0050】中継のPeer Group C(703)には主経路が存在しないので、中継Peer Group CからPeer Group DへいくためのPeer Group C内の経路を計算する時には問題がないが、Peer Group D(704)においては、主経路（入口のノードD.1(741)から宛先端末の接続されているノードD.3(743)までの経路）とDisjointなpathになるような迂回経路を見つけないといけない。この時、Peer Group D(704)の迂回経路の入口のノードD.5(745)からD.3(743)までの経路を探さなければならない。つまり、Peer Group D内の入口のノードD.5(745)は、SETUPシグナリングメッセージを参照し、主経路の完全な経路情報[A.1, A.2, A.3][B.1, B.2, B.4][D.1, D.2, D.3]を認識し、D.1, D.2のノード、またD.1-D.2間のリンク、D.2-D.3間のリンクを経由しない迂回経路を計算する。その結果、[D.5, D.4, D.1, D.2, D.3]という経路でなく、[D.5, D.3]という

経路を主経路と重ならない経路として選ぶことができ、シグナリングによって主経路と完全にDisjointなコネクションを設定することができる。

【0051】その結果、本SETUPメッセージが宛先ノードD. 3に到着した時、受信端末TB762に、主経路と迂回経路の両方が確立したことをSETUPメッセージによって通知する（動作1215）。それと同時に、ノードA. 1へCONNECTメッセージを返す

（動作1214）。ノードA. 1においては、CONNECTメッセージを受信すると、端末TAに対して、主経路と迂回経路の両方が確立したことを通知する（動作1216）。以上により、主経路ならびに主経路とDisjointな迂回経路との両者が設定される。

【0052】ここで、図11では、端末TA（761）、TB（762）に対して、主経路と迂回経路の両者が確立した時点で通知を行なっているが、他の実施の形態として図12のように、主経路が確立した（動作1311、1312）時点で、それぞれ端末TA（761）、TB（762）に対して、主経路のみの確立について報告する（動作1317、1318）方法も可能である。その場合には、迂回経路が確立した時点（動作1313、1314）で、迂回経路のみの確立について報告することになる（動作1319、1320）。本例の場合、端末TA（761）は、主経路が確立してから、迂回経路が確立するまでの間は、障害時に迂回経路への切替が遅くなることを認めれば、通信をすることも可能であり、コネクション設定遅延に厳しいアプリケーションには図12の例は有効性がある。

【0053】また、主経路は設定できるが、迂回経路が設定失敗した実施例については、図13、14で示される。図13では、ノードA. 1（761）が迂回経路を設定しようとした時（動作1413）、中継Peer Group B内で障害を検知した場合は、そこからコネクション解放メッセージ（RELEASEメッセージ）が送信ノードA. 1、受信ノードD. 3にそれぞれ通知される（動作1421、1422）。その時、送信ノードA. 1、受信ノードD. 3はそれぞれ、端末TA（761）、TB（762）に対して、主経路のみが確立し、迂回経路が確立しなかった旨を通知する（動作1423、1424）。

【0054】一方、図14は、主経路についての確立を1517、1518によって端末TA、TBに通知した後、ノードA. 1（761）が迂回経路を設定しようとした時（動作1513）、中継Peer Group B内で障害を検知した場合は、そこからRELEASEメッセージが送信ノードA. 1、受信ノードD. 3にそれぞれ通知される（動作1521、1522）。その時、送信ノードA. 1、受信ノードD. 3はそれぞれ、端末TA（761）、TB（762）に対して、迂回経路が確立しなかった旨を通知する（動作1526、15

25）。

【0055】図7は、第2の発明の実施の形態の動作の説明を示す。また、図15は、図7の各Peer Group、ノード、端末に対応させて、第2の発明によるコネクション設定用シグナリングメッセージのやりとりを示す。図7は、第2の発明の有効性を示すために、図6と階層化のやり方を変えた例を示す。図7のPeer Group A、B、C、D（801、802、803、804）とその物理的な相互接続性、また端末TA、TB（861、862）は図6と共通である。ここでは、Peer Group間のトポロジー情報交換のための階層を3階層にわけ、Peer Group X. 1（805）の論理ノードA（851）はPeer Group A（801）の代表論理ノード、Peer Group X. 2（806）内の論理ノードB（852）、C（853）、D（854）は、Peer Group B、C、Dの代表論理ノードである。また、最上位階層のPeer Group X（807）は、同様に代表ノードX. 1（855）、X. 2（856）を持ち、それぞれPeer Group X. 1（805）、X. 2（806）の代表ノードとなる。また、代表ノードX. 1（855）、X. 2（856）間のリンクは、物理的なリンクと対応する論理リンクであり、リンク891はノードA. 3-B. 1間のリンク、リンク892は、ノードA. 5-C. 1間のリンク、リンク893はノードA. 4-C. 4間のリンクを示す。

【0056】第1の発明では、SETUPシグナリングメッセージを拡張し、送受信端末間の主経路の完全なソースルート情報を追加することにより、主経路とDisjointな迂回経路を探索したのに対し、第2の発明では、以下の4つの機能追加によって実現する。

【0057】・主経路に対して、主経路をネットワーク全体で一意に識別可能なコネクションID（例えば、初段のノードのATM addressと初段のノード内でのローカルなコネクション識別IDとの組み合わせにより実現できる）を割り当て、それをSETUPシグナリングメッセージに追加する。

【0058】・主経路のコネクションを設定する時、主経路が通過する各Peer Groupの初段のノードが、自分のPeer Group内を通過するためのソースルート情報を計算し、宛先端末までのルーティングのための階層ソースルートを更新した時、計算した階層ソースルート情報と主経路とコネクションIDの対を自ノード内に保存する。

【0059】・主経路のコネクション設定確定後、主経路が通過する各Peer Groupの初段のノードが保存している、主経路の階層ソースルート情報とそのコネクションIDとの対を同一Peer Group内の全てのノードにFloodingを行なう。

【0060】・迂回経路を求める時には、SETUPシ

グナリングメッセージに、主経路のコネクションIDを付加し、各Peer Groupの迂回経路の初段のノードが上記Floodingで受信している主経路のソースルート情報に従い、主経路とDisjointな迂回経路を計算する。

【0061】以下では、この拡張機能について、図7、図15を用いて、具体的に説明する。図15において、端末TA861が、端末TB862へ経路を設定する時に、迂回経路付きの経路設定要求（動作1610）を行なう場合について例を示す。端末TA（861）が直接つながっている初段のノードA. 1（811）は、本主経路に対して、例えば、初段のノードのATM addressと初段のノード内でのローカルなコネクション識別IDとの組み合わせにより、A. 1. CONN-1のようなコネクションIDを決める。このコネクションIDをSETUPシグナリングメッセージに追加するとともに、宛先端末862までの経路を[A. 1, A. 2, A. 3] [A] [X. 1, X. 2]と判断し、SETUPシグナリングメッセージを次段のノードへ転送する。異なるPeer Groupの初段のノードを経由するたびに、適宜経路の補完計算を行ないながら、A. 1, A. 2, A. 3, B. 1, B. 2, B. 3, D. 1の順に転送し、宛先端末862まで送る（動作1611）。

【0062】このコネクションを設定する最中に、図7における主経路の通過する、それぞれのPeer Groupの初段のノードA. 1（811）B. 1（821）、D. 1（841）が、宛先端末までのルーティングのための階層ソースルートを計算した時、それぞれのノード内に、計算した階層ソースルート情報と主経路のコネクションIDの対を保存する。例えば、ノードD. 1（841）の場合、データベース870のように保存する。

【0063】その後、主経路の最終段のノードD. 3（843）がコネクション正常設定の応答を返した時（動作1612）、主経路が通過する全てのPeer Groupの初段のノード、A. 1（811）、B. 1（821）、D. 1（841）が、上記階層ソースルート情報と主経路のコネクションIDの対の情報（主経路階層ソースルートデータベース情報）を、それぞれのPeer Group A, B, C内の他のノードへFloodingする。例えば、ノードD. 1（841）の場合、データベース871の中の情報を、Peer Group D内にFloodingする。その結果、Floodingされた情報を受信し、ノードD. 5（845）は、同一のデータベース872を生成する。

【0064】以後、この主経路のコネクションIDと主経路階層ソースルートデータベース情報とを用いて、主経路と同一のリンク／ノードを共有しない迂回経路（Disjoint path）を探索する。

【0065】端末TA（861）が直接つながっている初段のノードA. 1（811）は、主経路階層ソースルートデータベース870から、主経路の階層的経路情報[A. 1, A. 2, A. 3] [A] [X. 1, X. 2]を取得し、自分の持つ階層的PNNIトポロジー情報上で、本主経路とDisjoint pathとなる迂回経路を計算する。Peer Group X（807）においては、主経路が[X. 1, X. 2]で、X. 1-X. 2間のリンクのうち、リンク891を用いているため、迂回経路は、[X. 1, X. 2]でDisjointなリンクとして、例えば893を用いる。このリンク893は、論理ノードX. 1（855）のポート番号#3をとるため、経路の指定として、ノードだけの指定だけではなく、ポート番号も指定することにより、[X. 1（#3）, X. 2]と指定できる。Peer Group X. 1（805）においては迂回経路は[A]となり、主経路と同じである。また、Peer Group A（801）内は、Peer Group X. 1のポート番号#3に相当する、物理リンクA. 4-C. 4へルーティングするために、その経路として、[A. 1, A. 4]の経路が選ばれる。

【0066】以上の結果より、階層的な迂回経路として、[A. 1, A. 4] [A] [X. 1（#3）, X. 2]は見つけられる。ノードA. 1（811）は、SETUPシグナリングメッセージに、本階層的な迂回経路情報[A. 1, A. 4] [A] [X. 1（#3）, X. 2]を送信し、主経路のコネクションIDを付加してコネクション設定を行なう（動作1613）。

【0067】中継のPeer Group C（803）には主経路が存在しないので、中継Peer Group CからPeer Group DへいくためのPeer Group C内の経路を計算する時には問題がないが、Peer Group D（804）においては、主経路（入口のノードD. 1（841）から宛先端末の接続されているノードD. 3（843）までの経路）とDisjointなpathになるような迂回経路を見つけなければならない。Peer Group D内の入口のノードD. 5（845）は、SETUPシグナリングメッセージを参照し、主経路のコネクションIDを獲得し、主経路階層ソースルートデータベース872を参照して、主経路がD. 1, D. 2のノード、またD. 1-D. 2間のリンク、D. 2-D. 3間のリンクを経由することを認識する。本主経路とDisjointな迂回経路を計算し、[D. 5, D. 4, D. 1, D. 2, D. 3]という経路でなく、[D. 5, D. 3]という経路を選ぶことができる。その結果、シグナリングによって主経路と完全にDisjointなコネクションを設定することができる。

【0068】本SETUPメッセージが宛先ノードD. 3に到着した時、受信端末TB862に、主経路と迂回

経路の両方が確立したことをSETUPメッセージによって通知する(動作1615)。それと同時に、ノードA. 1へCONNECTメッセージを返す(動作1614)。ノードA. 1においては、CONNECTメッセージを受信すると、端末TAに対して、主経路と迂回経路の両方が確立したことを通知する(動作1616)。以上により、主経路ならびに主経路とDisjointな迂回経路との両者が設定される。

【0069】ここで、図15では、端末TA(861)、TB(862)に対して、主経路と迂回経路の両者が確立した時点で通知を行なっているが、他の実施の形態として図16のように、主経路が確立した(動作1711、1712)時点で、それぞれ端末TA(861)、TB(862)に対して、主経路のみの確立について報告(動作1717、1718)し、迂回経路が確立した時点(動作1713、1714)で、迂回経路のみの確立について報告することも可能である(動作1719、1720)。本実施例の場合は、端末TA(861)は、主経路が確立してから、迂回経路が確立するまでの間は、障害時に迂回経路への切替が遅くなることを認めれば、通信をすることも可能であり、コネクション設定遅延に厳しいアプリケーションには図16の例は有効性がある。

【0070】図10は、第3の発明の実施の形態の動作の説明を示す。図10は、第3の発明の特徴を示すために、図6、図7の一部のPeer Group A、Bのみを示す。図10では、Peer Group A(1101)、B(1102)が上位の共通のPeer Group X(1105)に属する場合を示す。この時、Peer Group A、B間を接続するgatewayノードA. 3(1113)、B. 1(1121)、またリンクA. 3-B. 1を完全な2重化ノード/リンクとした時、A. 3、B. 1はそれぞれの同一Peer Group内に、自ノード/リンクの信頼度が2(通常信頼度を1とすると、主経路と迂回経路が同一経路を共有できる)という情報をFloodingする。図10の例では、Peer Group A内で、A. 3(1113)がFloodingした情報を受信したA. 1(1111)のテーブル1170の内容が、本信頼度情報である。

【0071】この時、初段のノードA. 1(1111)がPNNIトポロジーデータベースと上記の信頼度データベース1170との両方を反映させ、2重化ノードA. 3(1113)を仮想的に2つの論理的なノードA. 3.L1(1165)、A. 3.L2(1166)とに分離し、かつ2重化リンクA. 3-B. 1のリンクL6をA. 3.L1-B. 1、A. 3.L2-B. 1との2つのリンクに分けることにより、仮想的に2重化ノード/リンクをすべて通常のノード/リンクに置き換えてトポロジーを認識させる(仮想トポロジーと呼ぶ)こ

とができる。例えば主経路が、[A. 1, A. 2, A. 3][B. 1, B. 2, B. 4]となっているとすれば、上記仮想トポロジーにおいては、主経路は、たとえば[A. 1, A. 2, A. 3.L1][B. 1, ...]のような経路を選ぶことができ、その時、迂回経路としては、この経路と完全に異なるノード/リンクを通る経路を探すことにより、[A. 1, A. 4, A. 5, A. 3.L2][B. 1, ...]のような経路を見つけることができる。その後、この仮想トポロジー情報を再び物理トポロジー情報へ縮退させることにより、結果的に迂回経路は、[A. 1, A. 4, A. 5, A. 3][B. 1, ...]のように物理トポロジー上での経路を求めることができる。以上の手法を用いることにより、信頼度の高いノード/リンクでの共有を許した迂回経路を求めることができる。

【0072】図8は、第4の発明の実施の形態の動作の説明を示す。第4の発明は、第1、第3の発明を組み合わせた方式である。図8は、ノードA. 3(913)とノードB. 1(921)、またA. 3-B. 1間のリンク、あるいはノードB. 4(924)とノードD. 1(941)、またB. 4-D. 1間のリンクを2重化ノード/リンクとしている例である。

【0073】主経路に対する迂回経路を設定する場合、端末TA(961)が直接つながっている初段のノードA. 1(911)は、自分の持つ階層的なPNNIトポロジー情報と、信頼度データベース970と主経路の完全ソースルート情報[A. 1, A. 2, A. 3][B. 1, B. 2, B. 4]との3者から、階層的迂回経路候補を探す処理を行なう。後の処理は第1の発明と同様の処理を繰り返すことで、結果的に2重化ノード/リンクの共有を許して、それ以外の部分を、主経路と迂回経路とをDisjointする経路を選択することができる。

【0074】図9は、第5の発明の実施の形態の動作の説明を示す。第5の発明は、第2、第3の発明を組み合わせた方式である。図9は、ノードA. 3(1013)とノードB. 1(1021)、またA. 3-B. 1間のリンク、あるいはノードB. 4(1024)とノードD. 1(1041)、またB. 4-D. 1間のリンクを2重化ノード/リンクとしている例である。主経路に対する迂回経路を設定する場合、端末TA(1061)が直接つながっている初段のノードA. 1(1011)は、自分の持つ階層的なPNNIトポロジー情報と、信頼度データベース1070と主経路階層ソースルートデータベース1071とから、階層的迂回経路候補を探す処理を行なう。後の処理は請求項2と同様の処理を繰り返すことで、結果的に2重化ノード/リンクの共有を許して、それ以外の部分を、主経路と迂回経路とをDisjointする経路を選択することができる。

【0075】以下では、第1、第2の発明について、そ

の制御フローの類似性、あるいは相違点をフローチャートを用いて述べる。その他の第3～第5の発明については、迂回経路を計算する時に、信頼度データベースを用いることのみの違いであるので、ほとんど同様な動きとなるため、ここでは省略する。

【0076】図17は、主経路と迂回経路の設定に関する、ノードの位置による処理の違いを示すフローチャートである。最初に端末から、主経路と迂回経路とを同時に張るような設定要求（自動障害回復機能を要求）がきたかどうかを確認し（処理1811）、もし要求が来ていなければ、迂回経路と主経路とを同時に設定しない通常の接続手順（つまり、主経路しか設定しない）を行ない（処理1812）、終了する（処理1819）。

【0077】一方、処理1811において、自動障害回復機能要求が来ていれば、ノードが初段かどうか（送信端末が直結しているかどうか）（処理1813）を確認する。初段のノードであれば、主経路を設定する処理（処理1817）をした後で、主経路と異なるノード／リンクを経由する迂回経路を設定する処理を行なう（処理1818）。もし、処理1813において、ノードが初段のノードでなければ、接続設定要求が主経路用か迂回経路用かを判断し（処理1814）、主経路ならば主経路設定処理（処理1815）を行ない、迂回経路ならば迂回経路設定処理（処理1816）を行なう。

【0078】図18は、図17における、処理1815、処理1817の詳細手順について、特に、主経路設定に関するいずれの発明の方式を用いるかによる処理の違い、またノードの位置による処理の違いについて示すフローチャートである。

【0079】最初に、ノードの種類を調べ（処理1911）、ノードが各Peer Groupの初段のソースである場合、PNNIの階層的トポロジー情報に基づき、主経路用の階層的ソースルート情報を計算、あるいは再計算を行なう（処理1912）。処理1911において、ノードが各Peer Groupの初段でないノード（中継段、最終段）の場合には、前段から受信したSETUPシグナリングメッセージから、主経路用の階層的ソースルート情報を取得する（1913）。その結果、処理1912、処理1913のいずれも、得られた主経路用の階層的ソースルート情報に基づき、次ノードへSETUPシグナリングメッセージを転送する（処理1914）。その結果、SETUPシグナリングメッセージに対する、接続設定完了通知がCONNECTメッセージによって通知されない場合、あるいは明示的に接続解放のRELEASEメッセージを受信した場合には、主経路の接続設定が不可能と判断し（処理1915）、主経路の切断処理を行なう（処理1916）。

【0080】一方、処理1915において、主経路の接続設定が可能である場合には、主経路の経路情報の獲得するモードを調べ（1917）、第1の発明に示されるように主経路を完全物理ソースルートによって認識できるモードである場合、ノードの種類を判断し

（1918）、送信端末の接続されている初段のノードの場合、接続設定完了通知（CONNECTメッセージ）から、主経路の完全物理ソースルートを取得して保存し（1920）、終了する（処理1923）。本情報は、以後の迂回経路設定のために利用する。また、処理1918において、初段ノード以外の場合には、そのまま終了する（処理1923）。

【0081】処理1917において、第2の発明に示されるように、主経路をglobalな接続IDを用いて管理し、主経路情報として階層的ソースルート情報をネットワーク上にFloodingを行なうモードである場合、ノードの種類を判断し（処理1919）、各Peer Groupの初段の場合には、各接続ごとに保持している、主経路の階層的ソースルート情報を取得し（処理1921）、同一Peer Group内の他のノードへ主経路の接続IDと本情報との対の情報を、Floodingし（処理1922）、終了する（処理1923）。本情報は、以後の迂回経路設定のために利用する。また、処理1919において、各Peer Groupの初段ノード以外のノードについては、そのまま終了する（処理1927）。

【0082】図19は、図17における、処理1816、処理1818の詳細手順について、特に迂回経路設定に関するいずれの発明の方式を用いるかによる処理の違い、またノードの位置による処理の違いについてを示すフローチャートである。

【0083】最初に、ノードの種類を調べ（処理2011）、ノードが各Peer Groupの初段のノードである場合、SETUPシグナリングメッセージから主経路情報の獲得モードを調べ（処理2012）、請求項1に示されるように主経路を完全物理ソースルートによって認識できるモードである場合、主経路の完全物理ソースルート情報を獲得する（処理2013）。一方、処理2012において、請求項3に示されるように、主経路を接続IDを用いて管理し、主経路情報として階層的ソースルート情報をネットワーク上にFloodingを行うモードである場合、主経路の接続IDを獲得し、本接続IDに対する階層的な主経路情報を上記Flooding情報から獲得する（処理2014）。

【0084】上記処理2014、処理2015によって得られた主経路情報を用いて、自分の持つPNNIの階層的トポロジー情報において、宛先までの迂回経路のうち、取得した主経路の部分と、（1）自分のPeer

Group内の経路は全く重ならない経路とし、

(2) 上位の階層のPeer Group内の経路はなるべく重ならない経路として経路選択を行ない、迂回経路用の階層ソースルートを求める(処理2015)。

【0085】処理2015において、迂回経路用の階層ソースルートが存在するかどうかを調べ(処理2016)、もし存在しなければ自ノードが初段のノードかどうかを確認し(2021)、初段のノードであれば迂回経路の切断処理と、ユーザに対して迂回経路を確保することが不可能であることを通知(処理2023)を行なう。また、処理2021において、初段のノードでなければ、単に迂回経路の切断処理(処理2022)を行なうだけで良い。

【0086】一方、処理2016において、迂回経路用階層ソースルートが存在する場合には、主経路情報の獲得モードを調べ(処理2017)、主経路を完全物理ソースルートによって認識できるモードである場合、迂回経路用の階層ソースルート情報と主経路の完全物理ソースルート情報との両方を用いて、迂回経路のコネクションの設定を行なう(処理2018)(SETUPメッセージを次段に転送)。また、処理2017において、主経路をコネクションIDを用いて管理し、主経路情報として階層的ソースルート情報をネットワーク上にFloodingを行なうモードである場合、迂回経路用の階層的ソースルート情報と主経路のコネクションIDとを用いて、迂回経路のコネクションの設定要求を行なう(処理2019)。

【0087】その結果、迂回経路のコネクションが設定可能かどうかを調べ(2020)、不可能ならば上記で述べた処理2021を行なう。また、処理2020においてコネクション設定が可能であれば、自ノードが初段のノードかあるいは最終段のノードかを判断し(処理2024)、もしそうであれば、端末に迂回経路を予約可能であることを通知し(処理2026)、処理を終了する(処理2027)。また、処理2024において、自ノードが初段のノードでなければ、そのまま終了する(処理2029)。

【0088】また、処理2011において、ノードの種類が各Peer Groupの初段でなければ、前段から受信したSETUPシグナリングメッセージに指定されている、迂回経路用のソースルート情報を獲得し(処理2027)、その経路で指定されている通りにルーティングを行ない、SETUPシグナリングメッセージを次段のノードへ転送し(処理2028)、処理2020へ処理を移す。

【0089】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の迂回経路設定装置は、以下の効果を有する。第一の効果は大規模な階層ネットワークにおいて適用できることである。その理由は、大規模ネットワークにおける動的ルーティン

グ情報交換を行なう際には、ネットワークを階層化し、ネットワークを細かく分割することにより、自分のドメイン内では、正確なトポロジー情報が分かるが、他のドメインについてはトポロジー情報が階層的に荒くしか記述することができず、ルーティング情報量が著しく圧縮されてしまう。従つて、このような動的ルーティングプロトコルに基くと、主経路を設定する場合には、荒い経路しか把握できない。そのため、主経路を設定完了後、送信ノードから受信ノードまでの完全な主経路情報を取得するか、あるいは、途中のドメインにおいて、主経路の部分的な情報(階層的ソースルート情報)をFloodingする手法を導入することにより、主経路の情報を何らかの方法で把握することができる。その結果、迂回経路を設定する時に、上記の手法で獲得できる主経路情報を用いることにより、主経路と同一物理経路を通らないような迂回経路を求めることができるからである。

【0090】第二の効果はノードあるいはリンクの信頼度に応じた迂回経路用の経路選択ができるということである。その理由は、ノードあるいはリンクに信頼度係数を定義し、その情報をネットワーク内でFloodingすることにより、トポロジーデータベースとこの信頼度係数とを考慮して、信頼度の高いノード、あるいはリンクでは主経路と迂回経路の共有を許し、その他の部分では主経路と同一物理経路を通らないような迂回経路用の経路選択を行なうことができるからである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示す構成図である。

【図2】本発明の第2の実施の形態を示す構成図である。

【図3】本発明の第4の実施の形態を示す構成図である。

【図4】本発明の第5の実施の形態を示す構成図である。

【図5】図3の迂回経路計算手段の構成を示した図である。

【図6】第1の実施の形態の動作を説明するための図である。

【図7】第2の実施の形態の動作を説明するための図である。

【図8】第4の実施の形態の動作を説明するための図である。

【図9】第5の実施の形態の動作を説明するための図である。

【図10】第3の実施の形態の動作を説明するための図である。

【図11】第1の実施の形態の制御メッセージフローを示した図である。

【図12】図11の制御メッセージフローの別の形態を示した図である。

【図13】第1の実施の形態の制御メッセージフローの障害時の形態を示した図である。

【図14】図13の制御メッセージフローの障害時の形態の別の例を示した図である。

【図15】第2の実施の形態の制御メッセージフローを示した図である。

【図16】図15の制御メッセージフローの別の形態を示した図である。

【図17】主経路と迂回経路設定処理を説明するためのフローチャート図である。

【図18】主経路設定処理を説明するためのフローチャート図である。

【図19】迂回経路設定処理を説明するためのフローチャート図である。

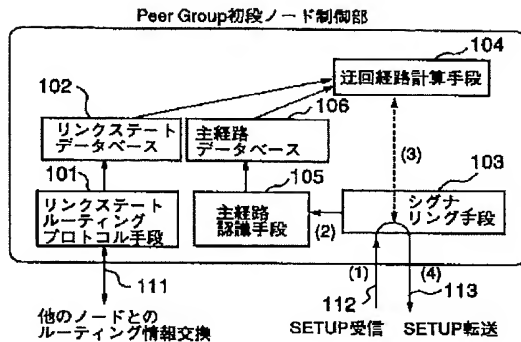
#### 【符号の説明】

101, 201, 301, 401      リンクステートルーティングプロトコル手段  
 102, 202, 302, 402      リンクステートデータベース  
 103, 203, 303, 403      シグナリング手段  
 104, 204, 304, 404      迂回経路計算手段  
 105, 205, 305, 405      主経路認識手段  
 106, 206, 306, 406      主経路データベース  
 307, 407      信頼度認識手段  
 510      論理トポロジ生成手段  
 511      論理迂回経路計算手段  
 512      物理迂回経路計算手段  
 111, 211, 214, 311, 315, 411, 414, 415      他のノードとのルーティング情報交換  
 112, 212, 312, 412      SETUP受信処理  
 113, 213, 313, 413      SETUP転送処理  
 701, 702, 703, 704, 705, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 901, 902, 904, 905, 1001, 1002, 1004, 1005, 110      Peer Group  
 761, 762, 861, 862, 961, 962, 1061, 1062, 1161, 1162      端末  
 771      主経路  
 870, 871, 872      階層的主経路データベース  
 970, 1070, 1071, 1170      信頼度データベース  
 891, 892, 893      論理リンク  
 1210, 1310, 1410, 1510, 1610, 1710      迂回経路付きSETUP要求  
 1211, 1311, 1411, 1511, 1611, 1711      主経路SETUP  
 1212, 1312, 1412, 1512, 1612, 1712      主経路CONNECT

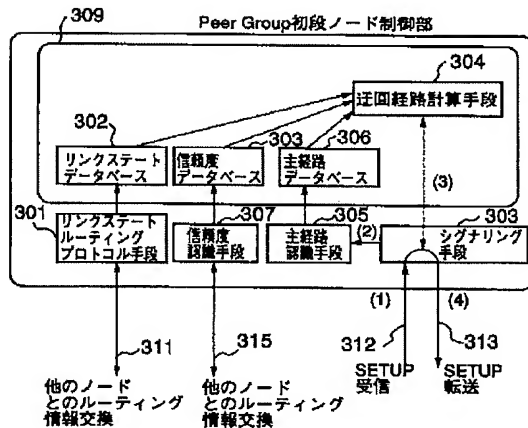
1213, 1313, 1413, 1513, 1613, 1713      迂回経路SETUP  
 1214, 1314, 1614, 1714      迂回経路CONNECT  
 1215, 1216, 1615, 1616      主経路+迂回経路確立  
 1317, 1318, 1517, 1518, 1717, 1718      主経路確立  
 1319, 1320, 1719, 1720      迂回経路確立  
 1421, 1422, 1521, 1522      迂回経路RELEASE  
 1423, 1424      主経路確立, 迂回経路未確保  
 1810, 1910, 2010      Start 1811  
 自動障害回復用コネクション設定要求  
 1812      通常のコネクション設定手順  
 1813, 2021, 2024      初段のノードかどうかの判断  
 1814      主経路/迂回経路用の判断  
 1815, 1817      主経路設定処理  
 1816, 1818      迂回経路設定処理  
 1819, 1923, 2029      End  
 1911, 1918, 1919, 2011      ノードの種類  
 1912      階層的トポロジ情報に基づき主経路用の階層的ソースルート計算  
 1913      前段から受信したシグナリングメッセージから主経路用の階層的ソースルートを獲得  
 1914, 2018, 2019      SETUP転送  
 1915      主経路のコネクション設定可能  
 1916      主経路切断処理  
 1917, 2012, 2017      主経路の経路情報モード  
 1920      主経路の完全物理ソースルート獲得  
 1921      主経路の階層的ソースルート情報の獲得  
 1922      主経路の階層的ソースルート情報を同一Peer Group内へFlooding  
 2013      シグナリングメッセージから主経路の完全物理ソースルート獲得  
 2014      シグナリングメッセージから主経路のコネクションIDを取得し, Flooding情報から階層的主経路情報を獲得  
 2015      階層迂回ソースルート検索  
 2016      階層ソースルートが存在するかどうかの判断  
 2020      迂回経路のコネクション設定可能かどうかの判断  
 2022      迂回経路切断処理  
 2023      迂回経路予約不能通知

2025 迂回経路設定の残りの処理

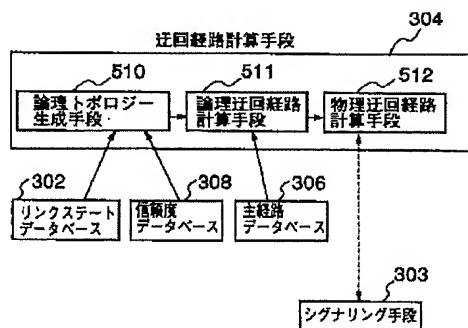
【図1】



【図3】

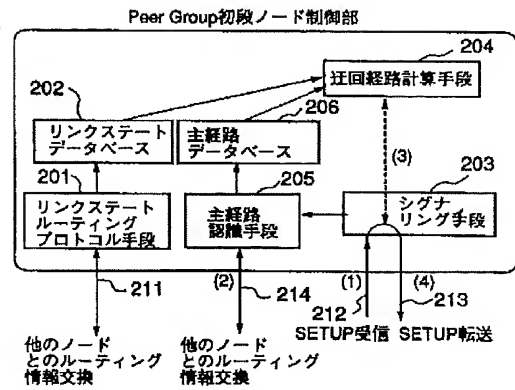


【図5】

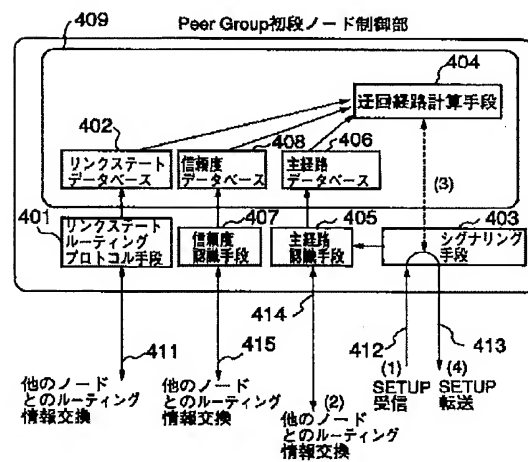


2026 迂回経路設定終了の通知

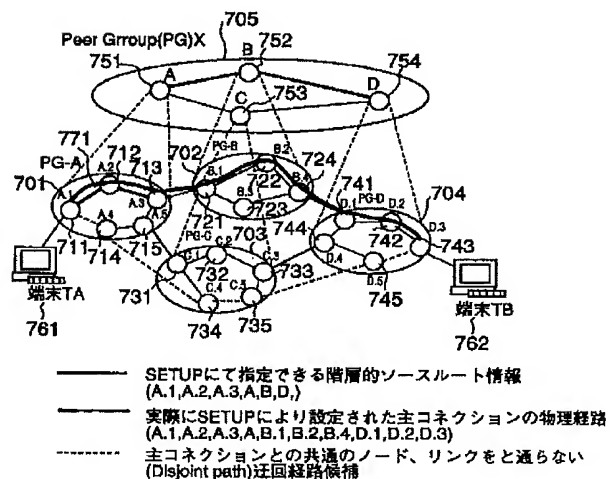
【図2】



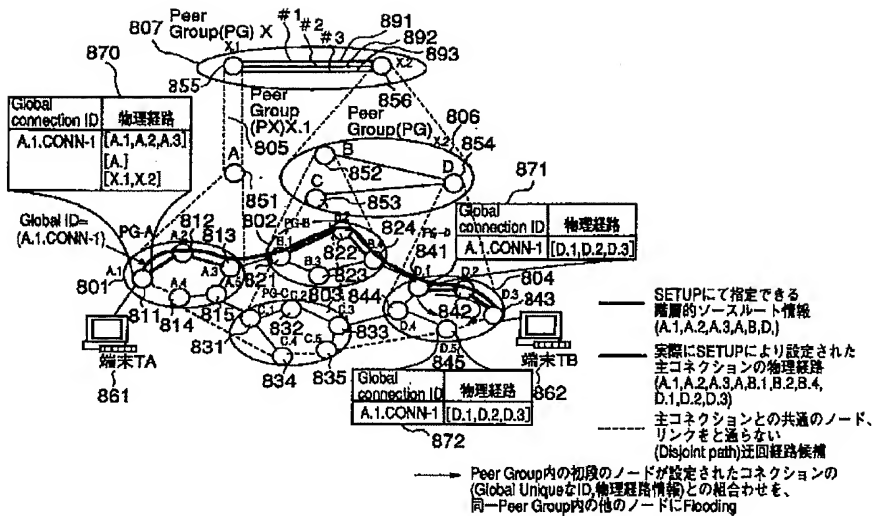
【図4】



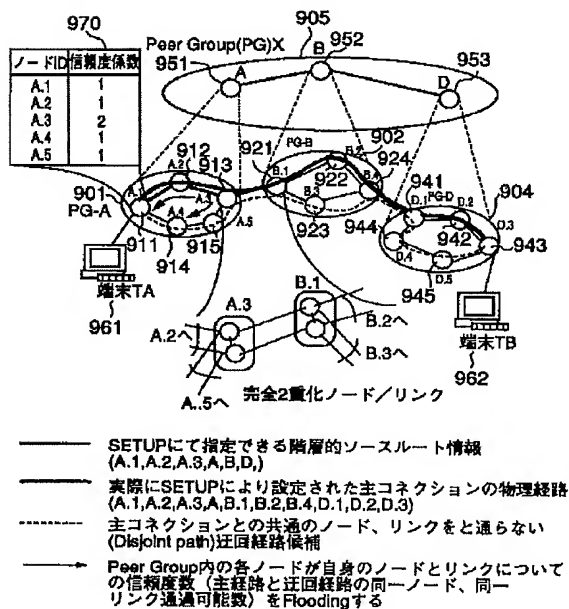
【図6】



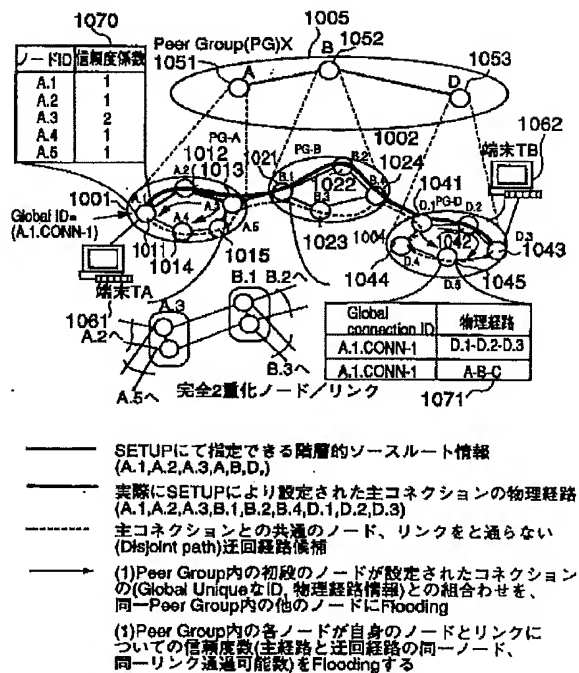
【図7】



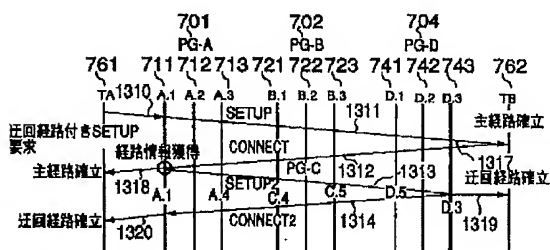
【図8】



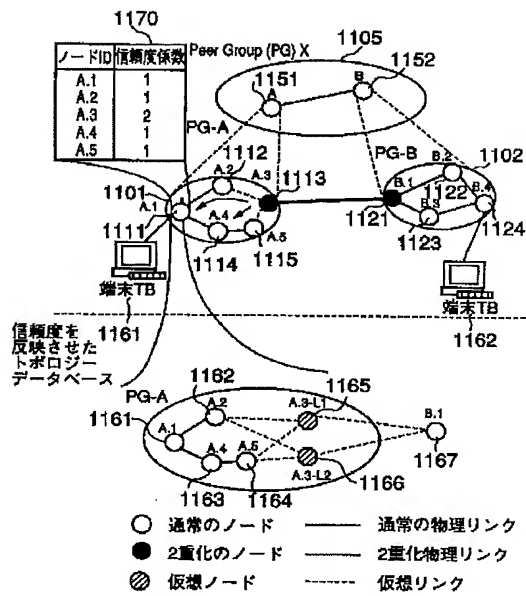
【図9】



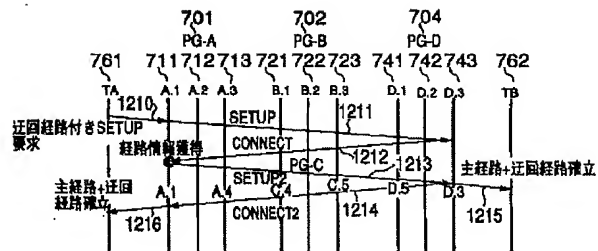
【図12】



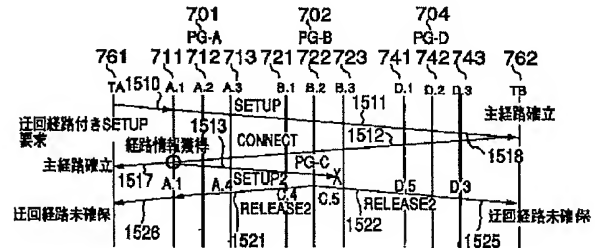
【図10】



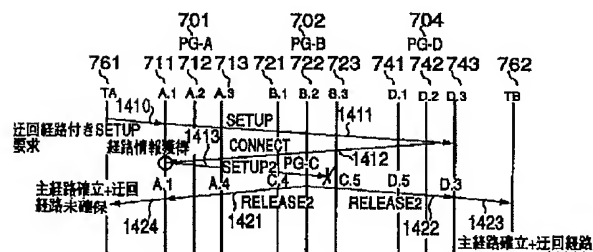
【図11】



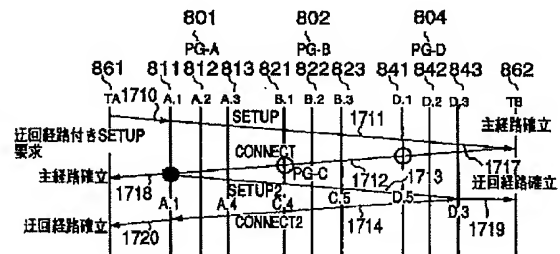
【図14】



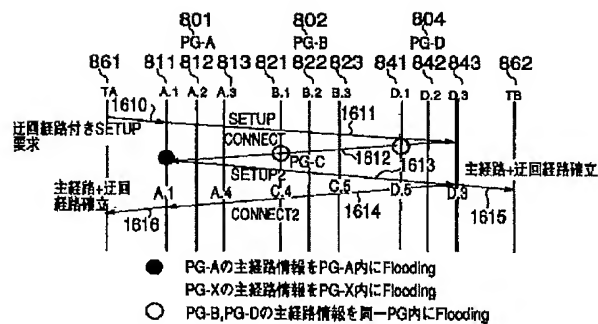
【図13】



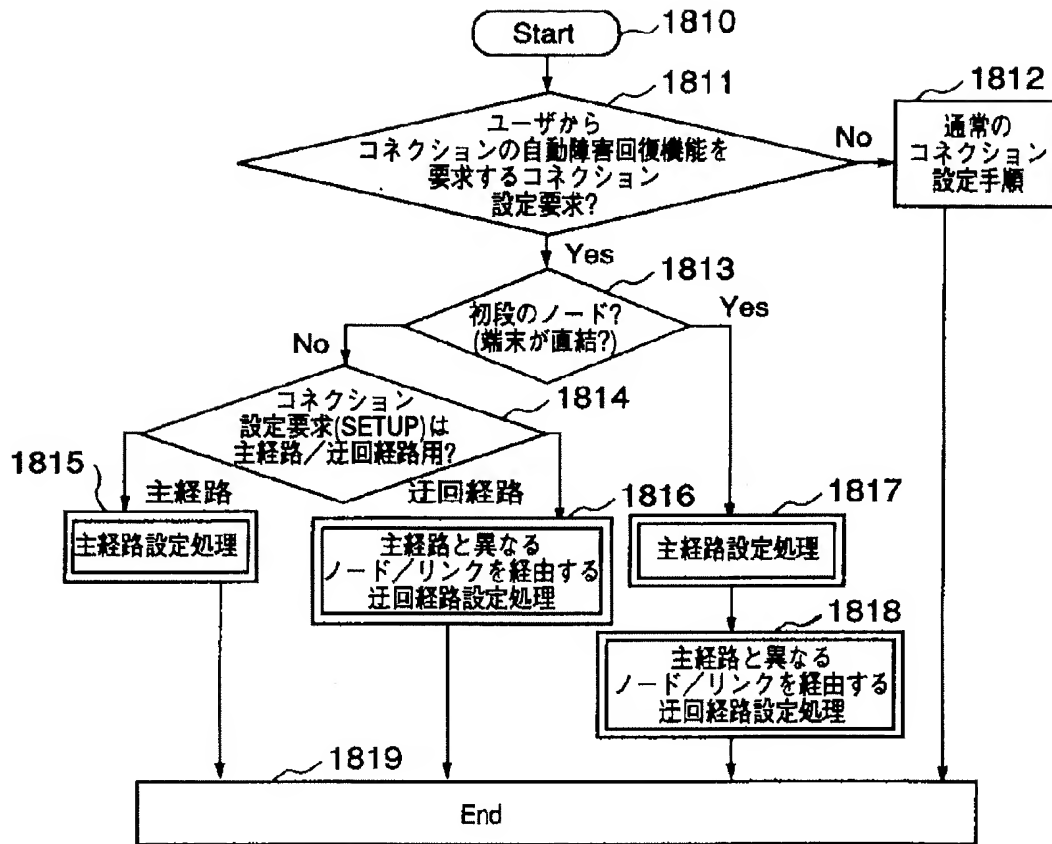
【図16】



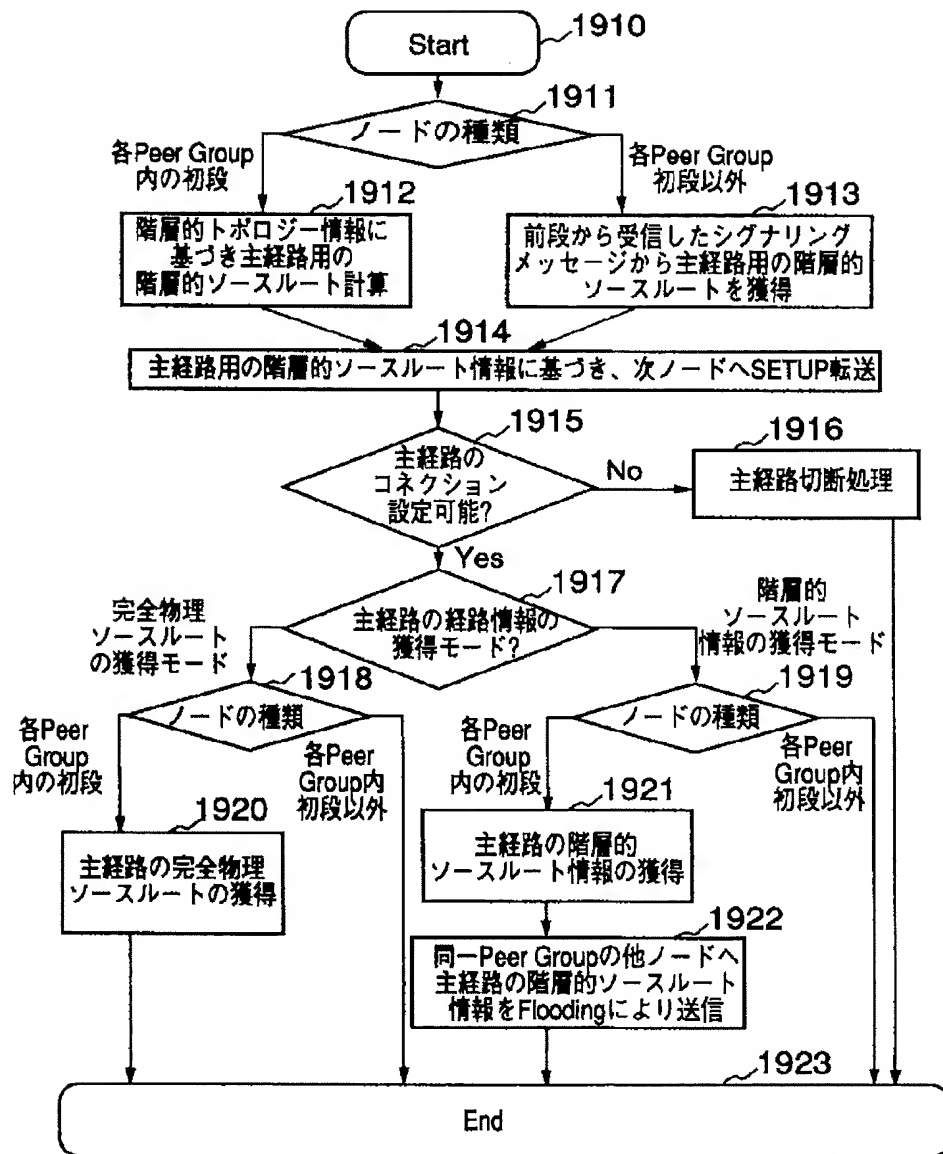
【図15】



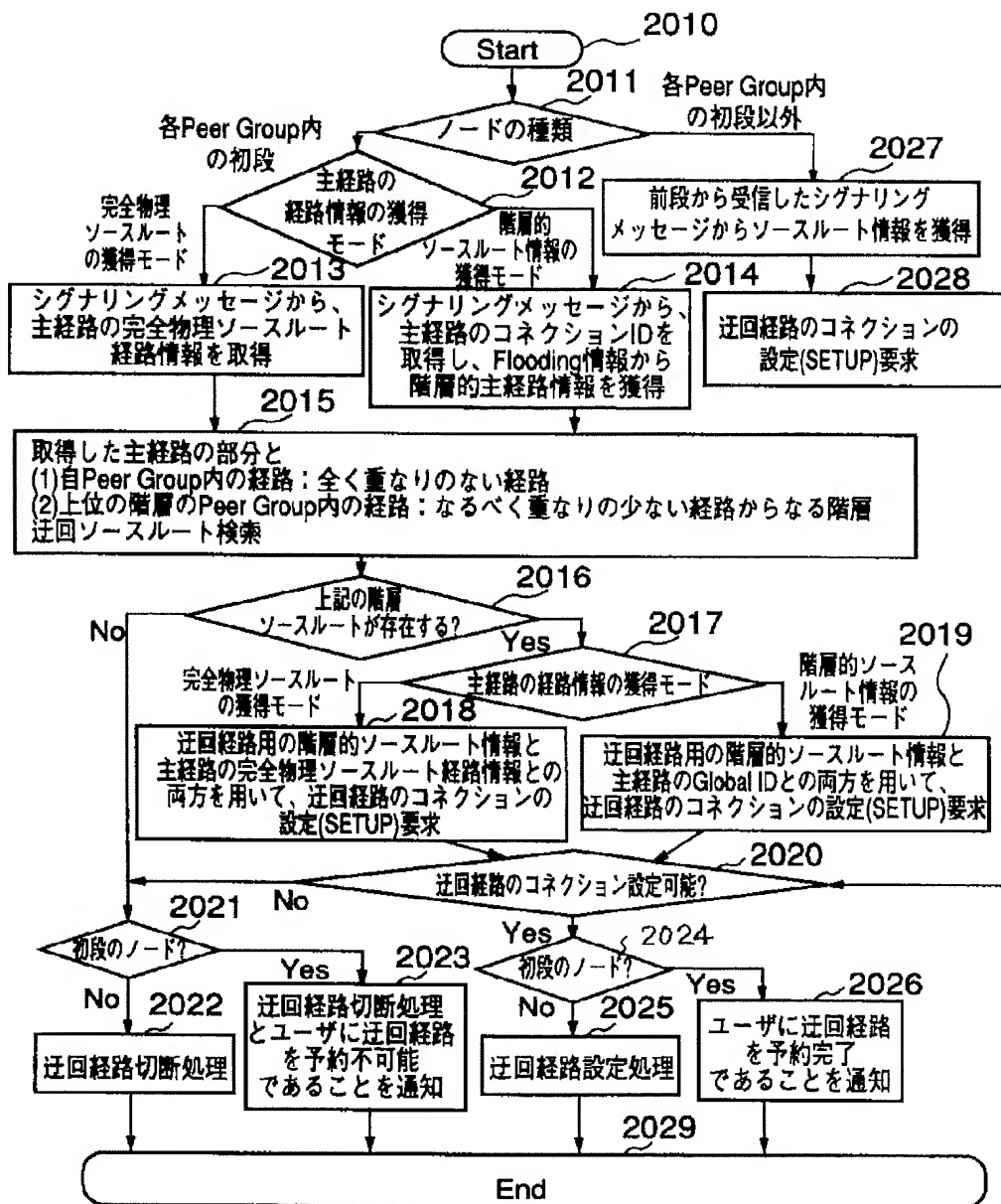
【図17】



【図18】



【図19】



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-145362

(43)Date of publication of application : 29.05.1998

(51)Int.Cl.

H04L 12/24

H04L 12/26

H04L 12/56

(21)Application number : 08-296218

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 08.11.1996

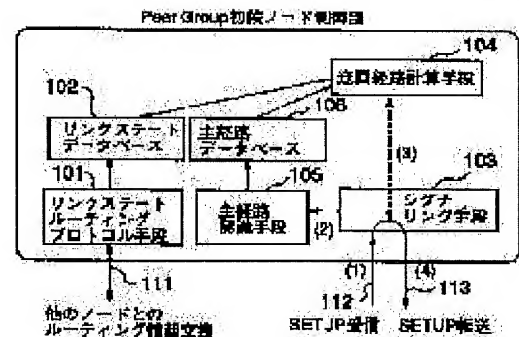
(72)Inventor : IWATA ATSUSHI

## (54) FAULT RECOVERY DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To set a bypass route which passes through the physical link/node different from a main route in a hierarchical network of a large scale.

SOLUTION: A link state routing protocol means 101 acquires the hierarchical link state information, by exchanging the topology information with other nodes and stores the state information in a link state data base 102. When a main route is set, a signaling means 103 receives the connection end notification at the first stage node and acquires the complete source route information on the main route via a main route recognition means 105 to store this information in a main route data base 106. When the means 103 has a retrieval request of a bypass route having a physical link/node different from that of the main route, a bypass route calculation means 104 calculates a bypass, based on both data bases 102 and 106 and notifies the route. Then the means 103 designates the complete source route information on both the bypass and main routes and then sends a SETUP signaling message to the next stage node.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.11.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2985940

[Date of registration]

01.10.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]